

*Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA,
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009*

PURIFIKASI DAN KARAKTERISASI KAOLIN ALAM ASAL TATAKAN, TAPIN, KALIMANTAN SELATAN

Sunardi^{1*}, Yateman Arryanto²

¹ *Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat
Banjarbaru, Indonesia 70714*

² *Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia 55281*

ABSTRAK

Mineralogi kaolin alam asal Tatakan, Kalimantan Selatan sebelum dan setelah proses purifikasi dianalisis menggunakan spektroskopi FTIR, difraktometer sinar-X serta dianalisis harga kapasitas tukar kationnya (KTK) dengan metode pertukaran ion amonium. Purifikasi dilakukan dengan metode sedimentasi dan dilanjutkan dengan metode sifoning untuk memperoleh kaolin alam dengan komposisi kaolinit tinggi. Hasil analisis terhadap sampel sebelum dan setelah proses purifikasi menggunakan FTIR dan XRD menunjukkan proses purifikasi dengan metode sedimentasi mampu meningkatkan komponen kaolinit mineral sampel dari 53,36% menjadi 73,03%. Proses purifikasi juga mampu menurunkan kandungan mineral pengotor dari kaolin alam berupa kuarsa dan klorit serta mampu meningkatkan harga kapasitas tukar kation dari 7,93 meq/100 menjadi 10,47 meq/100g.

Keyword: *kaolin alam, purifikasi, FTIR, XRD*

PENDAHULUAN

Suatu mineral dapat disebut sebagai lempung kaolin jika komposisi mineral kaolinit lebih dari 50% komposisi mineral yang ada (Dombrowski, 2000). Mineral kaolin dapat ditemukan di alam dalam bentuk kaolinit murni maupun mineral kaolin lain seperti haloisit, nakrit maupun dikrit serta mineral lempung lain seperti smektit, ilit dan mika sebagai komponen utama serta feldspar dan kuarsa sebagai pengotor (Ekosse, 2005).

Kaolin merupakan mineral lempung dengan struktur lapisan 1:1 dengan unit dasar terdiri dari lembaran tetrahedral SiO₄ dan lembaran oktahedral dengan Al³⁺ sebagai kation oktahedral. Kaolin biasanya berada sebagai mineral kaolinit murni atau mineral yang berhubungan misalnya haloisit, nakrit dan dikrit yang bergabung dengan mineral lain seperti smektit, mika, kuarsa dan feldspar sebagai pengotor. Dalam bidang industri kaolin banyak dimanfaatkan secara luas sebagai bahan tambahan kertas, cat, tinta, karet, keramik dan plastik. Selain itu kaolin banyak dimanfaatkan dalam bidang obat-obatan, kosmetik, penjernih anggur, material pembawa (*carrier*) untuk insektisida, pestisida, fungisida, bahan pengisi krayon, pensil, adsorben minyak, pupuk, dan juga katalis (Ekosse, 2000; Murray, 1986). Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah menentukan komposisi mineral kaolin asal Tatakan, Kalimantan Selatan serta meningkatkan kandungan kaolin sampel dengan cara menghilangkan/mengurangi jumlah pengotor yang ada.

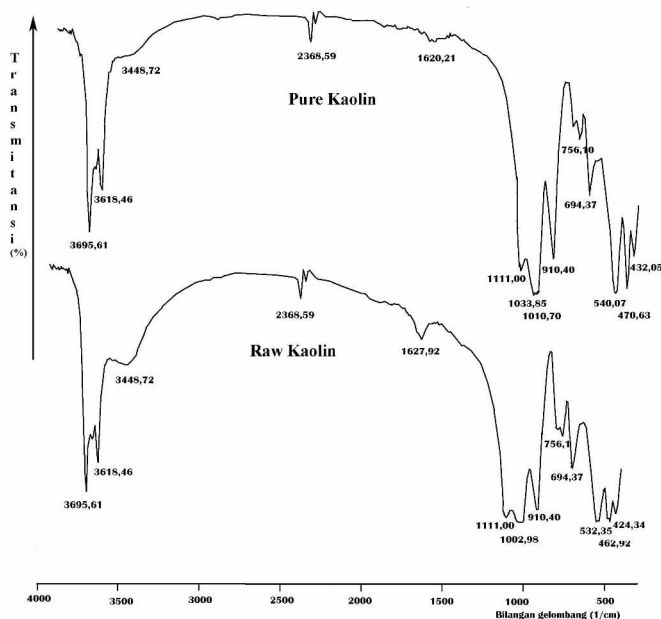
METODE PENELITIAN

Sebanyak 100 g kaolin alam lolos ayakan 400 mesh dimasukkan kedalam 1000 ml akuades sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 3 sampai 4 jam. Suspensi kemudian dipindahkan ke dalam *batch ultrasonic* agar kaolin yang ada terdisagregasi selama sekitar 15 menit. Selanjutnya dilakukan pengadukan kembali selama beberapa saat dan kemudian didiamkan selama waktu tertentu. Setelah waktu tertentu, larutan bagian atas diambil dengan

metode sifoning dan kemudian diuapkan sehingga diperoleh padatan kaolin murni. Padatan kaolin yang telah kering dihaluskan dan diayak kembali sehingga lolos 200 mesh dan kemudian dianalisis menggunakan FTIR, XRD dan ditentukan harga KTKnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data spektroskopi FTIR dari sampel kaolin yang diperiksa memberikan informasi mengenai jenis vibrasi gugus fungsional pada sampel dan juga menunjukkan keberadaan mineral lain dan juga adanya senyawa pengotor. Jenis-jenis vibrasi yang khas secara kualitatif menunjukkan struktur kaolin dan tingkat kemurniannya. Spektra FTIR kaolin asal Tatakan sebelum dan sesudah purifikasi ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar. 1 Spektra inframerah sampel kaolin Tatakan sebelum purifikasi (Raw Kaolin) dan sesudah purifikasi (Pure Kaolin)

Gambar.1 menunjukkan serapan spektra inframerah tiap sampel yang cukup tajam pada daerah sekitar 500; 1000; 1600; dan 3400 hingga 3600 cm^{-1} . Dari kedua spektra inframerah tersebut dapat diamati bahwa kedua spektra menunjukkan serapan yang secara umum tidak berbeda. Puncak serapan tajam pada daerah sekitar 1000 cm^{-1} adalah karakteristik vibrasi ulur dari Si-O. Menurut Flanigen *et al.* (1971), serapan kuat pada daerah 950-1250 cm^{-1} adalah vibrasi ulur dari M-O (dimana M = Si atau Al) yang melibatkan gerakan utama dari atom oksigen Si-O. Sedangkan serapan pada daerah sekitar 1600 dan 3400 cm^{-1} berturut-turut adalah untuk vibrasi tekuk -OH yang terperangkap dalam kisi kristal dan vibrasi ulur -OH. Puncak serapan di sekitar di daerah sekitar 3600 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -OH yang memiliki perbedaan lingkungan, yaitu -OH yang terikat pada atom Al oktahedral, pada permukaan silikat atau pada antar lapis silikat. Dari seluruh data puncak-puncak serapan tersebut, dapat diperoleh informasi bahwa sampel yang diperiksa terdiri dari mineral yang memiliki gugus fungsional -OH dan Si-O. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sampel yang dianalisis adalah keluarga mineral silikat yang menyerap air. Hal ini mengarahkan dugaan pada berbagai mineral

silikat kelompok lempung yang menyerap air seperti kaolinit, haloisit, klorit, smektit (clay) dan ilit.

Sedikit perbedaan terjadi pada daerah serapan disekitar 1000 cm^{-1} dan sekitar 500 cm^{-1} yang menunjukkan adanya perbedaan lingkungan dari kedua sampel. Bentuk serapan yang dimiliki oleh *Pure Kaolin* yang lebih ramping dan tajam menunjukkan komposisi yang lebih homogen dari sampel dibanding *Raw Kaolin*. Pada *Raw Kaolin* muncul serapan pada $1002,98\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan khas dari kuarsa yang pada *Pure Kaolin* tidak muncul dan berganti menjadi serapan pada $1010,70$ dan $1033,85\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan khas dari mineral kaolinit (Ekosse, 2005). Hal tersebut menunjukkan berkurang/hilangnya fraksi kuarsa oleh karena proses purifikasi.

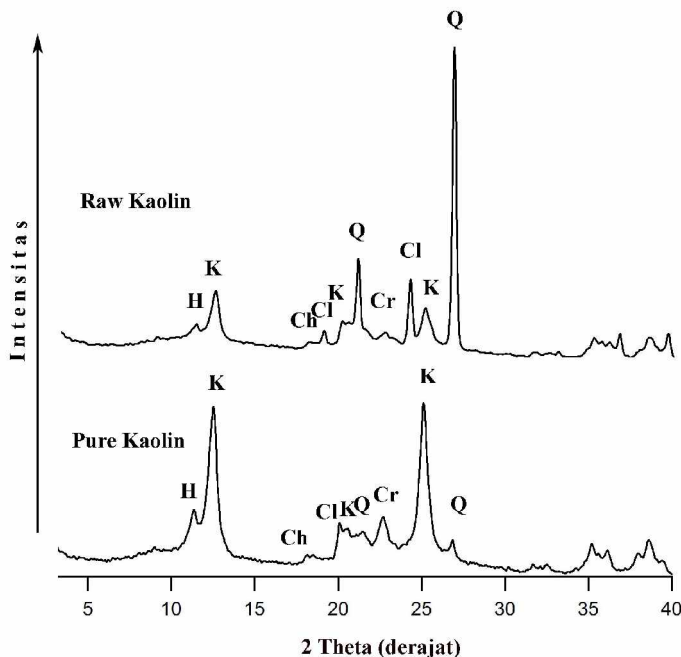
Serapan pada daerah $400\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ terjadi sedikit pergeseran puncak serapan ke arah bilangan gelombang yang lebih tinggi dari *Pure Kaolin* dibanding *Raw Kaolin*. Puncak serapan pada daerah 400 cm^{-1} merupakan serapan hasil vibrasi ulur Si-O sedangkan puncak serapan pada daerah $540,07\text{ cm}^{-1}$ dan $532,35\text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan hasil vibrasi ulur Si-O-Al (Al oktahedral) yang oleh Madejova (2003) diamati pada daerah 520 cm^{-1} . Pergeseran puncak serapan ke arah bilangan gelombang yang lebih tinggi juga memperkuat dugaan semakin homogennya lingkungan dari mineral silika-alumina yang secara tidak langsung menunjukkan berkurangnya pengotor yang ada. Data puncak serapan yang muncul pada kedua jenis sampel secara detail ditunjukkan pada tabel. 1.

Tabel.1 Puncak serapan FTIR *raw kaolin* dan *pure kaolin*

Raw Kaolin (cm^{-1})	Pure Kaolin (cm^{-1})	Teoritis* (cm^{-1})	Keterangan
3695,61	3695,61	3694	Vibrasi OH (Al----O-H str)
3618,46	3618,46	3620	Vibrasi OH (Al----O-H str inter-oktahedral)
3448,72	3448,72		Vibrasi H-O-H str
1627,92	1620,21		Vibrasi H-O-H str
1111,00	1111,00	1114	Vibrasi asimetris Si-O-Si
	1033,85	1032	Vibrasi Si-O ⁻
1002,98	1010,70	1010	Vibrasi Si-O ⁻
910,40	910,40	912	Vibrasi Al----O-H str
756,10	756,10	752	Vibrasi simetris Si-O-Si
694,37	694,37	693	Vibrasi Si-O str
532,35	540,07	537	Vibrasi Si-O-Al ^{IV}
462,92	470,63	468	Vibrasi Si-O str
424,34	432,05	430	Vibrasi Si-O str

*Ekosse (2005)

Untuk memperkuat dugaan tentang mineral sampel berdasarkan hasil analisis menggunakan FTIR diperlukan data pendukung berupa data difraksi sinar-X. Analisis terhadap data difraksi sinar-X mampu memberikan informasi yang lengkap mengenai komposisi mineral penyusun sampel kaolin alam. Secara semikuantitatif, estimasi kelimpahan mineral dilakukan dengan menggunakan metode Tributh dan Lagaly (Amman, 2003). Difraktogram sinar-X untuk kedua sampel kaolin disajikan pada gambar. 2.



Gambar. 2 Difraktogram sinar-X sampel Kaolin alam asal Tatakan sebelum purifikasi (Raw Kaolin) dan sesudah purifikasi (Pure Kaolin)

Gambar. 2 menunjukkan perubahan pola difraksi dan intensitas difraktogram sinar-X untuk kedua jenis sampel. Kedua sampel memberikan puncak intensitas difraksi yang hampir sama yaitu di sekitar 2θ ($^{\circ}$) = 12,14; 12,42; 18,91; 19,98; 20,96; 21,38; 24,09; 25,02; 26,72 dan 35,12. Puncak-puncak difraksi setiap mineral lempung adalah khas, sudut difraksi 2θ berhubungan dengan bidang kisi kristal mineral yang dianalisis. Identifikasi komponen penyusun sampel dilakukan dengan mencocokkan harga d_{hkl} yang ada pada difraktogram sampel dengan harga d_{hkl} mineral yang terdapat pada *Mineral Powder Diffraction File*.

Harga 2θ ($^{\circ}$) dan bidang kisi kristal untuk mineral kaolinit adalah $12,42^{\circ}$ (001); $24,88^{\circ}$ (002); untuk mineral klorit adalah $6,28^{\circ}$ (001); $12,54^{\circ}$ (002); $18,90^{\circ}$ (003); $25,00^{\circ}$ (004); untuk mineral kuarsa adalah $20,88^{\circ}$ (100); $26,66^{\circ}$ (101); untuk mineral clay adalah $19,98^{\circ}$ (020); $35,12^{\circ}$ (200); untuk kristobalit adalah $22,12^{\circ}$ (Amman, 2005) dan untuk haloisit adalah $20,00^{\circ}$; $25,00^{\circ}$ yang pada pemanasan pada temperatur 50°C akan kehilangan air dan menjadi metahaloisit yang akan memunculkan serapan pada $12,14^{\circ}$ (Tan, 1982). Dari identifikasi yang telah dilakukan, sampel kaolin alam asal Tatakan, Kalimantan Selatan menunjukkan kelimpahan mineral kaolinit, haloisit, , kuarsa, klorit dan kristobalit.

Untuk memperkirakan komposisi mineral secara semikuantitatif dilakukan perhitungan menggunakan metode Tributh dan Lagaly seperti yang dilakukan oleh Amman (2005) dengan memanfaatkan data intensitas difraksi sinar-X, yang hasilnya disajikan pada tabel .2.

Tabel.2 Analisis semikuantitatif komposisi kelimpahan mineral pada sampel kaolin Tatakan (Kalimantan Selatan) dihitung berdasar data XRD menggunakan metode Tributh dan Lagaly

Sampel	Kompisisi mineral (% berat)				
	Kaolinit	Haloisit	Klorit	Kuarsa	Kristobalit
Raw Kaolin	53,36	29,47	4,47	11,32	1,38
Pure Kaolin	73,03	22,6	0,77	1,37	2,23

Tabel. 2 memberikan informasi komposisi mineral penyusun setiap sampel yang dianalisis. Mineral kaolinit merupakan komponen dengan kelimpahan terbesar untuk kedua jenis sampel diikuti oleh kelimpahan haloisit, kuarsa, klorit dan kristobalit. Proses purifikasi yang dilakukan mampu meningkatkan kandungan mineral kaolinit secara cukup signifikan serta mampu menurunkan kandungan mineral klorit serta kuarsa dalam sampel kaolin. Proses purifikasi berdasarkan perbedaan laju sedimentasi cukup efektif untuk memisahkan fraksi kaolin alam.

Tabel.3. Harga KTK sampel kaolin Tatakan menggunakan metode pertukaran ion amonium dihubungkan dengan prosentase mineral kaolinit

Sampel	Kaolinit (%)	KTK (meq/100 g)
Raw Kaolin	53,36	7,93
Pure Kaolin	73,03	10,47

Harga KTK sebagaimana ditunjukkan oleh tabel. 3 memberikan informasi bahwa sampel kaolin asal Tatakan sesudah purifikasi (*pure* Kaolin) memiliki harga KTK yang lebih tinggi dibanding sebelum purifikasi (*raw* Kaolin). Jika diamati lebih lanjut, prosentase perubahan harga KTK ternyata berbanding lurus dengan prosentase perubahan komposisi mineral kaolinit yang terdapat pada sampel yaitu sekitar 35%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses pertukaran kation pada mineral kaolin alam sangat ditentukan oleh fraksi kaolinit yang ada. Hal tersebut dapat dijelaskan karena mineral kaolinit dapat mempunyai muatan negatif terutama dari sumbangan sisi tepi (*edge*) yang mampu mengikat kation, sedangkan mineral klorit, kuarsa dan kristobalit tidak dapat menukarkan kation karena muatan permukaannya yang hampir netral.

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap kaolin sebelum dan sesudah proses purifikasi menggunakan spektroskopi FTIR, difraksi sinar-X dan penentuan harga KTK secara jelas mampu mengkonfirmasi sampel mineral lempung alam asal Tatakan, Kalimantan Selatan merupakan lempung jenis kaolin. Proses purifikasi yang dilakukan mampu meningkatkan prosentase mineral kaolinit dari 53,36% menjadi 73,03% dan meningkatkan harga KTK dari 7,93 meq/100g menjadi 10,47 meq/100g kaolin.

DAFTAR PUSTAKA

- Amman, L., 2003. Cation exchange and adsorption on clays and clay minerals. Dissertation, Kiels University
- Dombrowski, T., 2000. The origin of kaolinite. Implication for utilization. In: Carty, W.M., Sinton, C.W. (Eds.), Science of white wares II. American Ceramic Society, Westerville, OH, pp. 3–12.

- Ekosse, G.E., 2000. The Makoro kaolin deposit, southeastern Botswana: its genesis and possible industrial application. *Applied Clay Science* 16 (5-6) 301-320
- Ekosse, G.E., 2005. Fourier Transform Infrared Spectrophotometry and X-ray powder Diffractometry as Complementary Technique in characterizing Clay size fraction of Kaolin. *J. Appl. Sci. Enviro. Mgt* 9 (2), 43-48
- Flanigen, E.E., Khatami, H., Szymanski, H.A., Infrared Structural Studies of Zeolite Framework Molecule Sieve Zeolite I, American Society Adv. In Chemistry Series No. 10, Washington, 291-297
- Madejova, J., 2003. FTIR Technique in Clays Mineral Studies, Slovak Academy of Science, Slovakia, 31, 1-10
- Murray H. H., 1986, Clays. In: Ullman's encyclopedia of industrial chemistry. 5th Edition. 109-136